

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 8月29日

Toshinori TANAKA, et al. Q77137
PERMANENT-MAGNET SYNCHRONOUS
MOTOR
Date Filed: August 28, 2003
Alan J. Kasper (202) 293-7060
1 of 1

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-250454

[ST.10/C]:

[JP 2002-250454]

出 願 人
Applicant(s):

三菱電機株式会社

2002年 9月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎

出証番号 出証特2002-3075321

【書類名】 特許願

【整理番号】 540922JP01

【提出日】 平成14年 8月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02K 21/16
H02K 1/06

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 田中 俊則

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目6番2号 三菱電機エンジニアリング株式会社内

【氏名】 松井 佑介

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 深沢 啓一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 阿久津 悟

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 藤本 憲悟

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目6番2号 三菱電機エンジニアリング株式会社内

【氏名】 大畑 克己

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 杉山 武史

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100057874

【弁理士】

【氏名又は名称】 曾我 道照

【選任した代理人】

【識別番号】 100110423

【弁理士】

【氏名又は名称】 曾我 道治

【選任した代理人】

【識別番号】 100071629

【弁理士】

【氏名又は名称】 池谷 豊

【選任した代理人】

【識別番号】 100084010

【弁理士】

【氏名又は名称】 古川 秀利

【選任した代理人】

【識別番号】 100094695

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 憲七

【選任した代理人】

【識別番号】 100111648

【弁理士】

【氏名又は名称】 梶並 順

【選任した代理人】

【識別番号】 100109287

【弁理士】

【氏名又は名称】 白石 泰三

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000181

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 永久磁石同期モータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ティースが周方向に所定ピッチで $3n$ 個 (n : 正の整数) 配設され、スロットが内周側に開口するように隣り合う該ティース間に形成されてなる円筒状のステータコアおよび該ステータコアに集中巻きに巻装されたステータコイルからなるステータと、外周部に周方向に所定ピッチで配設された $2n$ 個の永久磁石を有し、上記ステータの内部に回転自在に配設されたロータとを備えた永久磁石同期モータにおいて、

上記ステータコアは、スロットオープニング (d) と該ステータコアの内周面におけるスロットピッチ (p) とが、 $0.1 \leq d/p \leq 0.3$ を満足するように構成されていることを特徴とする永久磁石同期モータ。

【請求項 2】 ティースが周方向に所定ピッチで $3n$ 個 (n : 正の整数) 配設され、スロットが内周側に開口するように隣り合う該ティース間に形成されてなる円筒状のステータコアおよび該ステータコアに集中巻きに巻装されたステータコイルからなるステータと、外周部に周方向に所定ピッチで配設された $2n$ 個の永久磁石を有し、上記ステータの内部に回転自在に配設されたロータとを備えた永久磁石同期モータにおいて、

上記ステータコアは、スロットオープニング (d) と上記ティースの内周端における周方向の両端部の厚み (h) とが、 $0.2 \leq h/d \leq 0.7$ を満足するように構成されていることを特徴とする永久磁石同期モータ。

【請求項 3】 ティースが周方向に所定ピッチで $3n$ 個 (n : 正の整数) 配設され、スロットが内周側に開口するように隣り合う該ティース間に形成されてなる円筒状のステータコアおよび該ステータコアに集中巻きに巻装されたステータコイルからなるステータと、外周部に周方向に所定ピッチで配設された $2n$ 個の永久磁石を有し、上記ステータの内部に回転自在に配設されたロータとを備えた永久磁石同期モータにおいて、

上記ステータコアは、スロットオープニング (d) と該ステータコアの内周面におけるスロットピッチ (p) と上記ティースの内周端における周方向の両端部

の厚み (h) とが、 $0.1 \leq d/p \leq 0.3$ 、かつ、 $0.2 \leq h/d \leq 0.7$ を満足するように構成されていることを特徴とする永久磁石同期モータ。

【請求項 4】 矩形波の駆動電圧が上記ステータコイルに印加されて駆動するように構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の永久磁石同期モータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、界磁用の永久磁石をロータに備えた永久磁石同期モータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一般に、集中巻き方式の永久磁石同期モータは、ステータコアの $3n$ 個 (n : 正の整数) のティースが等間隔に配置され、ステータコイルが各ティースに独立して巻回されたコイルを 3 相 Y 結線して形成され、 $2n$ 個の永久磁石がステータコアに対向して配置されて、構成されている。つまり、集中巻き方式の永久磁石同期モータは、 $3n$ 個のティースに対して $2n$ 極の永久磁石界磁を配置している。

【0003】

このように構成された従来の永久磁石同期モータにおいては、集中巻き方式を採用していることから、隣接するティースが異極となってインダクタンスが大きくなり、減磁界が永久磁石に作用し易くなる。そこで、ステータコイルによる発生磁極と永久磁石の磁極とが対向する状態において、ステータコイルによる発生磁界の一部が永久磁石に入り込み、永久磁石に対して減磁界として作用して永久磁石を減磁してしまうという不具合があった。

【0004】

このような不具合を改善するために、ティース間隔を狭めて、永久磁石に入り込もうとするステータコイルによる発生磁界を隣接するティース側に流れさせるようにした改善策としての永久磁石同期モータが、例えば日本国特許第 3076

0 0 6 号に提案されている。

【 0 0 0 5 】

この日本国特許第 3 0 7 6 0 0 6 号に提案されている改善策としての従来の永久磁石同期モータにおいては、隣り合うティース先端部の間隔 (L_a) と、ステータコアとロータとの間のエアギャップ (L_g) とが、 $0.3 L_g < L_a \leq 2.0 L_g$ を満足するように構成されている。また、ティース間隔 (L_a) を $0.4 \text{ mm} \sim 0.3 \text{ mm}$ に設定している。

そして、隣り合うティース先端部の間隔 (L_a) をエアギャップ (L_g) の 2.0 倍以下としているので、減磁磁束がロータ (永久磁石) 側に流れるのを抑制できる。その結果、ステータコイルによる発生磁極と永久磁石の磁極とが対向する状態になっても、減磁界が永久磁石に対して作用し難くなり、永久磁石の減磁耐力の向上が図れる、としている。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

改善策としての従来の集中巻き方式の永久磁石同期モータは、以上のように、隣り合うティース先端部の間隔が狭く構成されているので、ティース間での漏れ磁束が大きくなり、ステータコイルのインダクタンスが大きくなってしまう。そして、ステータコイルのインダクタンスの増大は、ステータコイルの時定数の増大をもたらし、ステータコイルに印加する駆動電圧と実際にステータコイルに流れる駆動電流との位相差が大きくなる。その結果、高負荷時の余剰電圧が少なくなり、回転数が低下してしまう、という高負荷時の特性悪化の問題があった。

【 0 0 0 7 】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、スロットオープンングとスロットピッチとの関係、あるいは、スロットオープンングとティースの内周端における周方向の両端部の厚みとの関係を規定することで、隣接するティースが異極となってインダクタンスを増大させるという集中巻き方式の不具合を解決し、改善策としての永久磁石同期モータにおけるスロットオープンングを狭くすることに起因する高負荷時の特性悪化をなくした永久磁石同期モータを得ることを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

この発明は、ティースが周方向に所定ピッチで $3n$ 個 (n : 正の整数) 配設され、スロットが内周側に開口するように隣り合う該ティース間に形成されてなる円筒状のステータコアおよび該ステータコアに集中巻きに巻装されたステータコイルからなるステータと、外周部に周方向に所定ピッチで配設された $2n$ 個の永久磁石を有し、上記ステータの内部に回転自在に配設されたロータとを備えた永久磁石同期モータにおいて、上記ステータコアは、スロットオープニング (d) と該ステータコアの内周面におけるスロットピッチ (p) とが、 $0.1 \leq d/p \leq 0.3$ を満足するように構成されているものである。

【 0 0 0 9 】

また、ティースが周方向に所定ピッチで $3n$ 個 (n : 正の整数) 配設され、スロットが内周側に開口するように隣り合う該ティース間に形成されてなる円筒状のステータコアおよび該ステータコアに集中巻きに巻装されたステータコイルからなるステータと、外周部に周方向に所定ピッチで配設された $2n$ 個の永久磁石を有し、上記ステータの内部に回転自在に配設されたロータとを備えた永久磁石同期モータにおいて、上記ステータコアは、スロットオープニング (d) と上記ティースの内周端における周方向の両端部の厚み (h) とが、 $0.2 \leq h/d \leq 0.7$ を満足するように構成されているものである。

【 0 0 1 0 】

また、ティースが周方向に所定ピッチで $3n$ 個 (n : 正の整数) 配設され、スロットが内周側に開口するように隣り合う該ティース間に形成されてなる円筒状のステータコアおよび該ステータコアに集中巻きに巻装されたステータコイルからなるステータと、外周部に周方向に所定ピッチで配設された $2n$ 個の永久磁石を有し、上記ステータの内部に回転自在に配設されたロータとを備えた永久磁石同期モータにおいて、上記ステータコアは、スロットオープニング (d) と該ステータコアの内周面におけるスロットピッチ (p) と上記ティースの内周端における周方向の両端部の厚み (h) とが、 $0.1 \leq d/p \leq 0.3$ 、かつ、 $0.2 \leq h/d \leq 0.7$ を満足するように構成されているものである。

【 0 0 1 1 】

また、矩形波の駆動電圧が上記ステータコイルに印加されて駆動するように構成されているものである。

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態を図について説明する。

実施の形態 1.

図 1 はこの発明の実施の形態 1 に係る永久磁石同期モータを示す断面図、図 2 はこの発明の実施の形態 1 に係る永久磁石同期モータの要部を示す拡大断面図である。

【 0 0 1 3 】

各図において、集中巻き方式の永久磁石同期モータ 1 は、ステータ 2 と、ステータ 2 の内部に回転自在に配設されたロータ 8 とから構成されている。

ステータ 2 は、スロット 5 の数に対応する数のコア部 4 を有する円筒状のステータコア 3 と、ステータコア 3 に巻装されたステータコイル 6 とから構成されている。

各コア部 4 は、磁性材料、例えば珪素鋼板を所定枚積層一体化して構成されている。そして、ステータコア 3 は、コア部 4 に形成されたティース 4 a が周方向に等角ピッチで配列され、スロット 5 が内周側に開口するように隣り合うティース 4 a 間に形成されている。また、鰐部 4 b が各ティース 4 a の内周端から周方向の両側に延設されている。

また、ステータコイル 6 は、インシュレータ（図示せず）が設けられた各コア部 4 のティース 4 a に独立してコイル線を巻回してなるコイル 7 を 3 相 Y 結線して構成されている。すなわち、ステータコイル 6 は集中巻きでステータコア 3 に巻装されている。

【 0 0 1 4 】

ロータ 8 は、磁性材料、例えば鉄で作製されたロータコアとしてのシャフト 9 と、シャフト 9 の外周部に固着された永久磁石 1 0 とから構成されている。そして、図示していないが、ステンレス製の薄板円筒がロータ 8 の外周に外嵌され、

あるいは補強テープがロータ 8 の外周に巻回されて、遠心力に対する強度が確保されている。また、永久磁石 10 には、希土類磁石やフェライト磁石が用いられる。

【0015】

この実施の形態 1 では、極対数 n が 3 であり、9 個 ($3n$) のティース 4 a が周方向に等角ピッチで配列され、6 個 ($2n$) の永久磁石 10 がシャフト 9 の外周壁面に周方向に等角ピッチで配列されている。つまり、この集中巻き方式の永久磁石同期モータ 1 は、ロータ 8 の極数とステータ 2 のスロット数との比が 2 対 3 となる 2 極 3 スロット方式のモータである。そして、ロータ 8 の回転位置に応じた駆動電流をステータコイル 6 に通電することにより、ロータ 8 が回転して、モータとして機能するように構成されている。

【0016】

また、図 2 に示されるように、ステータコア 3 のスロットオープニングを d とし、ステータコア 3 の内周面 3 a におけるスロットピッチを p とし、 $0.1 \leq d/p \leq 0.3$ に設定されている。なお、スロットピッチ p は、ステータコア 3 の内径を $2R$ とし、スロット 5 の数を S とすると、 $p = 2 \cdot \pi \cdot R / S$ と表される。また、スロットオープニング d は、鏝部 4 b 間の隙間（隣り合うティース 4 a の内周端の側端間の間隙）である。また、鏝部 4 b の端部（ティース 4 a の内周端における周方向の両端部）の厚み h は 1 mm としている。

【0017】

ここで、このように構成された集中巻き方式の永久磁石同期モータ 1 において、 $p = 16.5 \text{ mm}$ と固定し、 d を変えて、インダクタンス比 (%)、回転数比 (%) およびトルク比 (%) を測定した結果を図 3、図 4 および図 5 に示す。

【0018】

図 3 から、 $d/p < 0.1$ では、 d/p が大きくなるにつれ、インダクタンス比が急激に低下し、 d/p が 0.1 を超えると、インダクタンス比の低下が小さくなることがわかる。そして、 $0.1 \leq d/p$ では、インダクタンス比が低いレベルにおさまっている。

また、図 4 から、 $d/p < 0.1$ では、 d/p が大きくなるにつれ、回転数比

が急激に増加し、 d/p が 0.1 を超えると、回転数比の増加が小さくなること
 がわかる。そして、 $0.1 \leq d/p$ では、回転数比が高いレベルにおさまってい
 る。

このように、 d/p をインダクタンス比および回転数比の変化が大きい領域（
 $d/p < 0.1$ ）に設定すると、インダクタンス比および回転数比のバラツキに
 よるモータの特性変化が大きくなり、製品の性能が安定しなくなるので、 0.1
 $\leq d/p$ とすることが望ましい。

【0019】

また、図5から、 $d/p \leq 0.3$ では、 d/p が大きくなるにつれ、トルク比
 が徐々に減少し、 d/p が 0.3 を超えると、トルク比が急減に減少することが
 わかる。そして、 $d/p \leq 0.3$ では、トルク比が高いレベルにおさまっている
 。

このように、 d/p をトルク比の変化が大きい領域（ $0.3 < d/p$ ）に設定
 すると、トルク比のバラツキによるモータの特性変化が大きくなり、製品の性能
 が安定しなくなるので、 $d/p \leq 0.3$ とすることが望ましい。

【0020】

そこで、ステータコア3におけるスロットオープニング d とスロットピッチ p
 との関係が、 $0.1 \leq d/p \leq 0.3$ を満足するように設定すれば、隣接するテ
 ィースが異極となってインダクタンスを増大させるという集中巻方式の不具合
 が解決され、スロットオープニングを狭くすることに起因する高負荷時の特性悪
 化が解消され、トルクの低下が小さく、インダクタンスが小さく、かつ、回転数
 が高いモータが得られる。そして、回転数の向上に比較してトルクの低下は少な
 いので、モータの出力を向上させることができる。さらに、同出力のモータであ
 れば、サイズを小さくでき、小型化が図られる。

【0021】

なお、スロットピッチ p （≠16.5mm）を変えて、 d/p とインダクタン
 ス比との関係、 d/p と回転数比との関係、および、 d/p とトルク比との関係
 を測定したところ、上記実施の形態1と同様の結果が得られた。

【0022】

実施の形態 2.

この実施の形態 2 では、上記実施の形態 1 による集中巻き方式の永久磁石同期モータ 1 において、ステータコア 3 のスロットオープニングを d とし、鏝部 4 b の端部の厚みを h とし、 $0.2 \leq h/d \leq 0.7$ に設定している。

【0023】

ここで、ステータコア 3 の内周面 3 a におけるスロットピッチ p を 16.5 mm、スロットオープニング d を 3 mm としたステータコア 3 ($d/p = 0.182$) において、 h を変えて、トルク比 (%)、回転数比 (%) およびインダクタンス比 (%) を測定した結果を図 6、図 7 および図 8 に示す。

【0024】

図 6 から、 $h/d < 0.2$ では、 h/d が大きくなるにつれ、トルク比が急激に増加し、 h/d が 0.1 を超えると、トルク比の増加が小さくなることがわかる。そして、 $0.2 \leq h/d$ では、トルク比が高いレベルにおさまっている。

このように、 h/d をトルク比の変化が大きい領域 ($h/d < 0.2$) に設定すると、トルク比のバラツキによるモータの特性変化が大きくなり、製品の性能が安定しなくなるので、 $0.2 \leq h/d$ とすることが望ましい。

【0025】

また、図 7 から、 $h/d \leq 0.7$ では、 h/d が大きくなるにつれ、回転数比が徐々に減少し、 h/d が 0.7 を超えると、回転数比が急減に減少することがわかる。そして、 $h/d \leq 0.7$ では、回転数比が高いレベルにおさまっている。

。

このように、 h/d を回転数比の変化が大きい領域 ($0.7 < h/d$) に設定すると、回転数比のバラツキによるモータの特性変化が大きくなり、製品の性能が安定しなくなるので、 $h/d \leq 0.7$ とすることが望ましい。

【0026】

また、図 8 から、 h/d が大きくなるにつれ、インダクタンス比が増加することがわかる。そして、インダクタンス比が大きくなると、コイルの時定数が増大し、コイルに印加する駆動電圧とコイルに実際に流れる駆動電流との位相差が大きくなる。その結果、高負荷時の余剰電圧が少なくなり、回転数が低下してしま

う。また、インダクタンス比を小さくし過ぎると、即ち h を小さくし過ぎると、磁氣的に飽和してしまい、トルクの低下が起こる。

【 0 0 2 7 】

そこで、ステータコア 3 におけるティース 4 a の鏑部 4 b の端部の厚さ h とスロットオープニング d との関係が、 $0.2 \leq h/d \leq 0.7$ を満足するように設定すれば、隣接するティースが異極となってインダクタンスを増大させるという集中巻き方式の不具合が解決され、スロットオープニングを狭くすることに起因する高負荷時の特性悪化が解消され、トルクの低下が小さく、インダクタンスが小さく、かつ、回転数が高いモータが得られる。そして、回転数の向上に比較してトルクの低下は少ないので、モータの出力を向上させることができる。さらに、同出力のモータであれば、サイズを小さくでき、小型化が図られる。

【 0 0 2 8 】

なお、スロットオープニング d ($\neq 3 \text{ mm}$) を変えて、 h/d とトルク比との関係、 h/d と回転数比との関係および h/d とインダクタンス比との関係を測定したところ、上記実施の形態 2 と同様の結果が得られた。

【 0 0 2 9 】

実施の形態 3.

この実施の形態 3 では、上記実施の形態 1 による集中巻き方式の永久磁石同期モータ 1 において、ステータコア 3 におけるスロットオープニング (d) とスロットピッチ (p) との関係およびスロットオープニング (d) と鏑部 4 b の端部の厚み (h) との関係を、 $0.1 \leq d/p \leq 0.3$ 、かつ、 $0.2 \leq h/d \leq 0.7$ を満足するように構成するものである。

従って、この実施の形態 3 によれば、上記実施の形態 1、2 による効果の相乗的な効果が得られる。

【 0 0 3 0 】

なお、上記各実施の形態では、ロータ 8 の磁極数が 6、スロット数が 9 の集中巻き方式の永久磁石同期モータについて説明しているが、本発明は 2 極 3 スロット方式の集中巻き方式の永久磁石同期モータであればよく、例えばロータ 8 の磁極数が 8、スロット数が 12 の集中巻き方式の永久磁石同期モータに適用しても

、同様の効果が得られる。

【 0 0 3 1 】

また、上記各実施の形態では、ステータコア 3 が複数のコア部 4 を有する構成として説明しているが、ステータコア 3 はこの構成に限定されるものではなく、例えば磁性材料の薄板からティースおよびスロットを有する円環状体を打ち抜き、該円環状体を積層一体化して作製されたステータコアや、磁性材料の帯状薄板からティースおよびスロットを有する帯状体を打ち抜き、該帯状体を螺旋状に巻回一体化して作製されたステータコアを用いることができる。

【 0 0 3 2 】

また、上記各実施の形態では、ロータ 8 は、磁性材料で作製されたシャフト 9 と、シャフト 9 の外周部に固着された永久磁石 1 0 とから構成されているものとしているが、ロータはこれに限定されるものではなく、磁性材料からなる円柱状のロータコアの外周に永久磁石を固着し、シャフトをロータコアの軸心部に貫通固着してなるロータを用いてもよい。この場合、シャフトを磁性材料で作製する必要はない。

【 0 0 3 3 】

ここで、本発明による集中巻き方式の永久磁石同期モータの用途について説明する。

まず、本発明による集中巻き方式の永久磁石同期モータは、矩形波の駆動電圧がステータコイルに印加されて駆動する矩形波駆動モータに適用することができる。

一般に、ステータコイルに印加する駆動電圧と実際にステータコイルに流れる駆動電流との間に発生する位相差 α は、次式で表される。

$$\alpha = \tan^{-1} \{ (\omega \times L \times I) / (e + R \times I) \}$$

但し、 ω : 駆動電流の周波数 ($= 2 \times \pi \times f$)、 L : インダクタンス、 I : 駆動電流、 e : モータ誘起電圧、 R : コイル抵抗。

上式から、周波数が高いほど位相差 α が大きくなる。

矩形波は、正弦波の組み合わせとみなすことができ、高次の周波数成分が含まれている。そこで、本願が駆動電流に周波数の高い高次成分が多く含まれている

矩形波駆動のモータに適用されると、本発明の集中巻き方式の永久磁石同期モータによるインダクタンス低減効果により、位相差 α を小さくできるので、位相差 α が大きくなることに起因する高負荷時の特性悪化を抑えることができる。つまり、本発明による集中巻き方式の永久磁石同期モータを矩形波駆動モータに適用すれば、本願のインダクタンス低減効果がより発揮される。

【 0 0 3 4 】

ついで、集中巻き方式の永久磁石同期モータのモータ特性を考慮すれば、一般的にスロットオープニングが小さくなれば、モータのコギングトルクが小さくなり、モータの発生トルク（トルク定数）が大きくなる。しかしながら、スロットオープニングを小さくすると、隣り合うティース間での漏れ磁束が大きくなり、コイルのインダクタンスが大きくなる。そして、コイルのインダクタンスが大きくなると、コイルの時定数が増大し、コイルの印加する駆動電圧と実際にコイルに流れる駆動電流との位相差が大きくなる。その結果、高負荷時の余剰電圧が少なくなり、回転数が低下してしまう。

このように、スロットオープニングを小さくし過ぎると、高負荷時のモータ特性が悪化してしまうため、コギングトルクが問題とならない用途に対しては、スロットオープニングをある程度大きくすることが有効となる。

【 0 0 3 5 】

そこで、本発明による集中巻き方式の永久磁石同期モータは、コギングトルクが問題とならない用途に適用すれば、その効果が顕著に発揮される。

そして、本発明による集中巻き方式の永久磁石同期モータは、例えばコギングトルクが問題にされない油圧ポンプ駆動用モータに適用することができる。この種の油圧ポンプとしては、例えば車両のパワーステアリング装置用の油圧ポンプがある。この場合、本発明による集中巻き方式の永久磁石同期モータは小型化できるので、車両用として適したものとなる。

【 0 0 3 6 】

また、本発明による集中巻き方式の永久磁石同期モータは、電動パワーステアリング装置用モータに適用することができる。そして、本発明による集中巻き方式の永久磁石同期モータは小型化できるので、車両用として適したものとなる。

この場合、ダンパー等の処理を施してコギングトルクの影響を緩和できるようにして、本発明による集中巻き方式の永久磁石同期モータを適用することになる。

【 0 0 3 7 】

【発明の効果】

この発明は、以上のように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

【 0 0 3 8 】

この発明によれば、ティースが周方向に所定ピッチで $3n$ 個 (n : 正の整数) 配設され、スロットが内周側に開口するように隣り合う該ティース間に形成されてなる円筒状のステータコアおよび該ステータコアに集中巻きに巻装されたステータコイルからなるステータと、外周部に周方向に所定ピッチで配設された $2n$ 個の永久磁石を有し、上記ステータの内部に回転自在に配設されたロータとを備えた永久磁石同期モータにおいて、上記ステータコアは、スロットオープニング (d) と該ステータコアの内周面におけるスロットピッチ (p) とが、 $0.1 \leq d/p \leq 0.3$ を満足するように構成されているので、コイルインダクタンスを低減して、高負荷時の回転数を向上でき、かつ、モータ出力を向上できる小型の集中巻き方式の永久磁石同期モータが得られる。

【 0 0 3 9 】

また、ティースが周方向に所定ピッチで $3n$ 個 (n : 正の整数) 配設され、スロットが内周側に開口するように隣り合う該ティース間に形成されてなる円筒状のステータコアおよび該ステータコアに集中巻きに巻装されたステータコイルからなるステータと、外周部に周方向に所定ピッチで配設された $2n$ 個の永久磁石を有し、上記ステータの内部に回転自在に配設されたロータとを備えた永久磁石同期モータにおいて、上記ステータコアは、スロットオープニング (d) と上記ティースの内周端における周方向の両端部の厚み (h) とが、 $0.2 \leq h/d \leq 0.7$ を満足するように構成されているので、コイルインダクタンスを低減して、高負荷時の回転数を向上でき、かつ、モータ出力を向上できる小型の集中巻き方式の永久磁石同期モータが得られる。

【 0 0 4 0 】

また、ティースが周方向に所定ピッチで $3n$ 個 (n : 正の整数) 配設され、スロットが内周側に開口するように隣り合う該ティース間に形成されてなる円筒状のステータコアおよび該ステータコアに集中巻きに巻装されたステータコイルからなるステータと、外周部に周方向に所定ピッチで配設された $2n$ 個の永久磁石を有し、上記ステータの内部に回転自在に配設されたロータとを備えた永久磁石同期モータにおいて、上記ステータコアは、スロットオープニング (d) と該ステータコアの内周面におけるスロットピッチ (p) と上記ティースの内周端における周方向の両端部の厚み (h) とが、 $0.1 \leq d/p \leq 0.3$ 、かつ、 $0.2 \leq h/d \leq 0.7$ を満足するように構成されているので、コイルインダクタンスを低減して、高負荷時の回転数を向上でき、かつ、モータ出力を向上できる小型の集中巻き方式の永久磁石同期モータが得られる。

【 0 0 4 1 】

また、矩形波の駆動電圧が上記ステータコイルに印加されて駆動するように構成されているので、インダクタンス低減の効果が一層得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態 1 に係る永久磁石同期モータを示す断面図である。

【図 2】 この発明の実施の形態 1 に係る永久磁石同期モータの要部を示す拡大断面図である。

【図 3】 この発明の実施の形態 1 に係る永久磁石同期モータにおけるスロットオープニング d とスロットピッチ p の比とインダクタンス比の関係を示す図である。

【図 4】 この発明の実施の形態 1 に係る永久磁石同期モータにおけるスロットオープニング d とスロットピッチ p の比と回転数比の関係を示す図である。

【図 5】 この発明の実施の形態 1 に係る永久磁石同期モータにおけるスロットオープニング d とスロットピッチ p の比とトルク比の関係を示す図である。

【図 6】 この発明の実施の形態 2 に係る永久磁石同期モータにおけるティース端部の厚さ h とスロットオープニング d の比とトルク比の関係を示す図である。

【図 7】 この発明の実施の形態 2 に係る永久磁石同期モータにおけるティース端部の厚さ h とスロットオープニング d の比と回転数比の関係を示す図である。

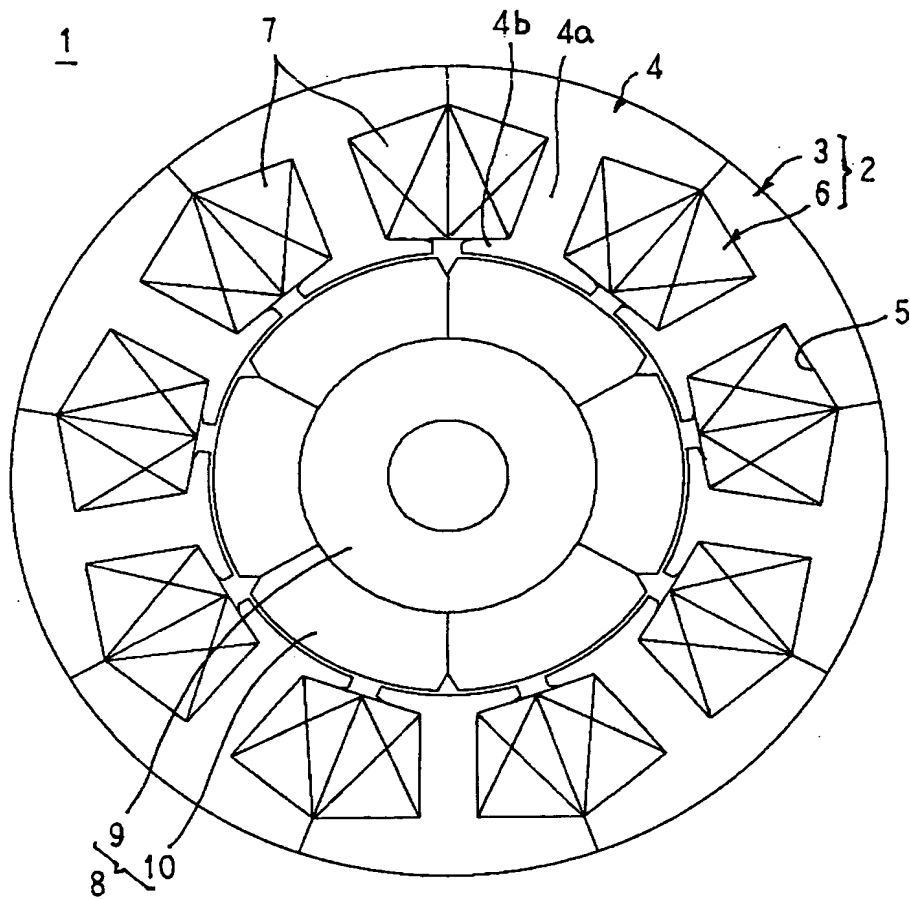
【図 8】 この発明の実施の形態 2 に係る永久磁石同期モータにおけるティース端部の厚さ h とスロットオープニング d の比とインダクタンス比の関係を示す図である。

【符号の説明】

1 永久磁石同期モータ、2 ステータ、3 ステータコア、4 a ティース、4 b 鏑部、5 スロット、6 ステータコイル、8 ロータ、9 シャフト、10 永久磁石、 d スロットオープニング、 h 鏑部の端部の厚み、 p スロットピッチ。

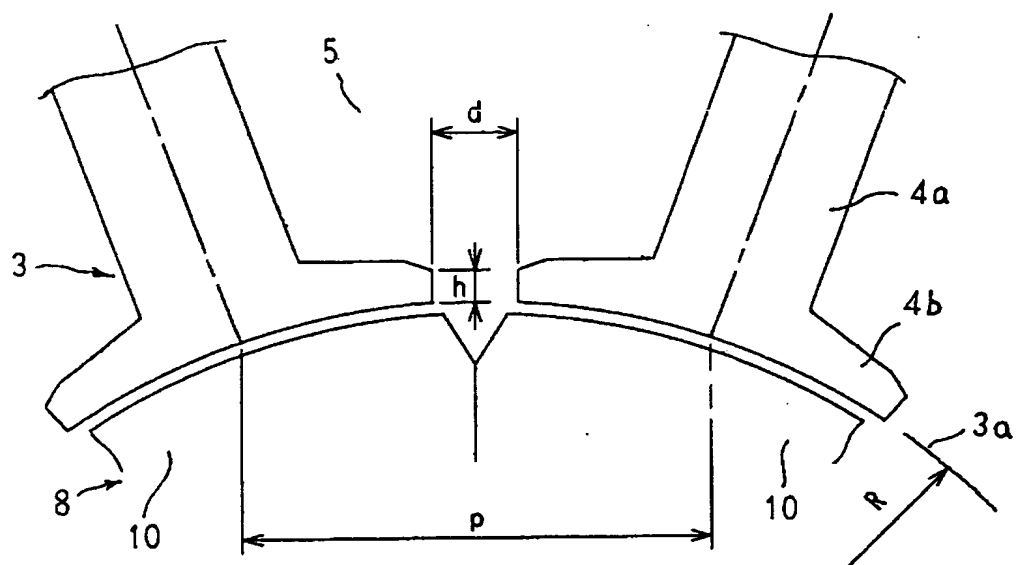
【書類名】 図面

【図 1】



- | | |
|---------------|-------------|
| 1 : 永久磁石同期モータ | 5 : スロット |
| 2 : ステータ | 6 : ステータコイル |
| 3 : ステータコア | 8 : ロータ |
| 4 a : ティース | 9 : シャフト |
| 4 b : 鋸部 | 10 : 永久磁石 |

【図 2】

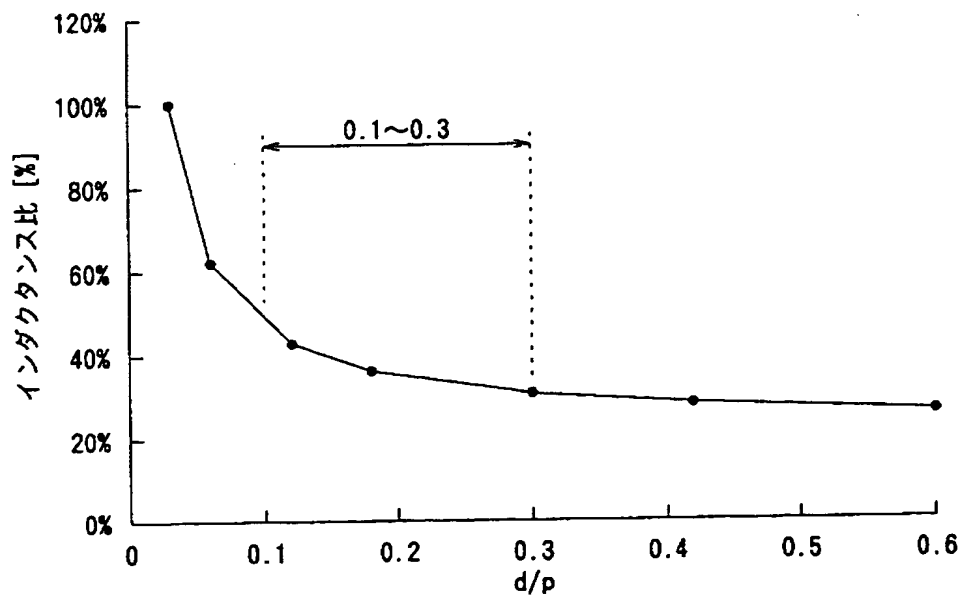


d : スロットオープニング

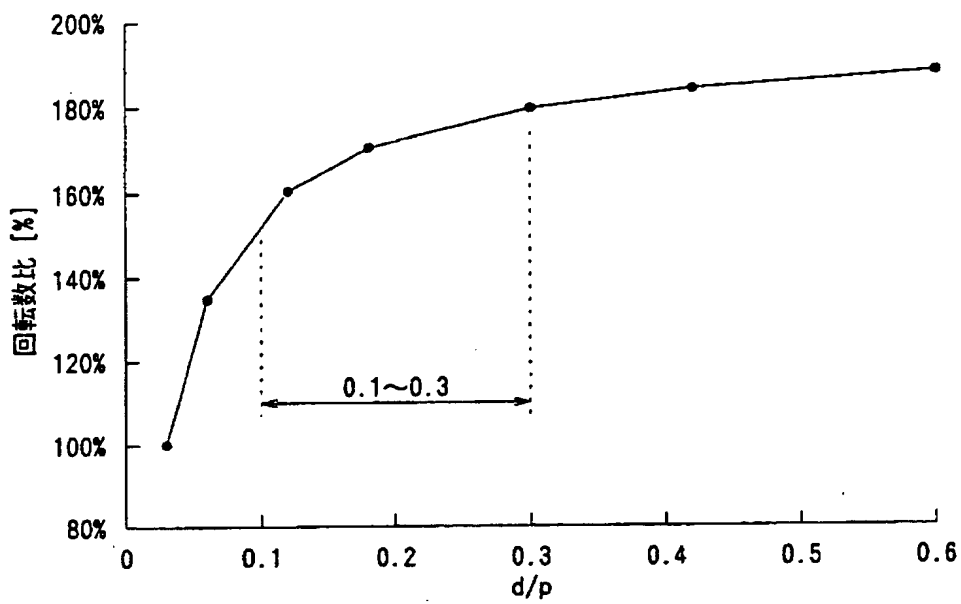
h : 鰐部の端部の厚み

p : スロットピッチ

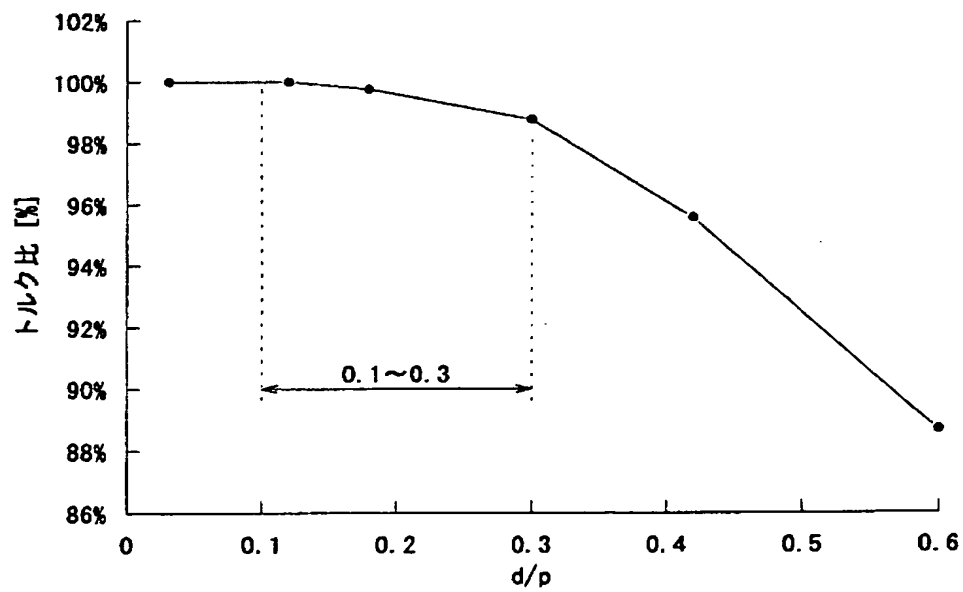
【図 3】



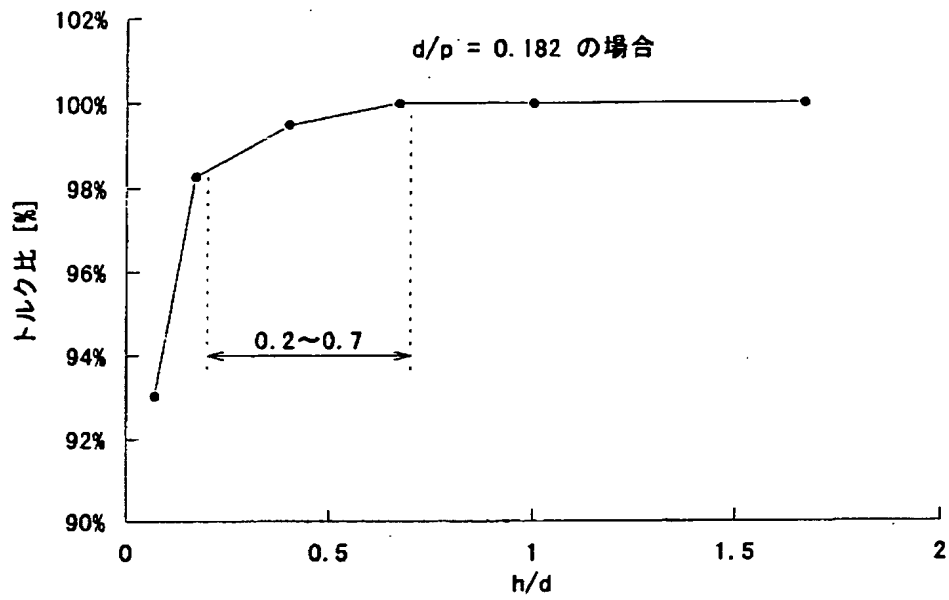
【図 4】



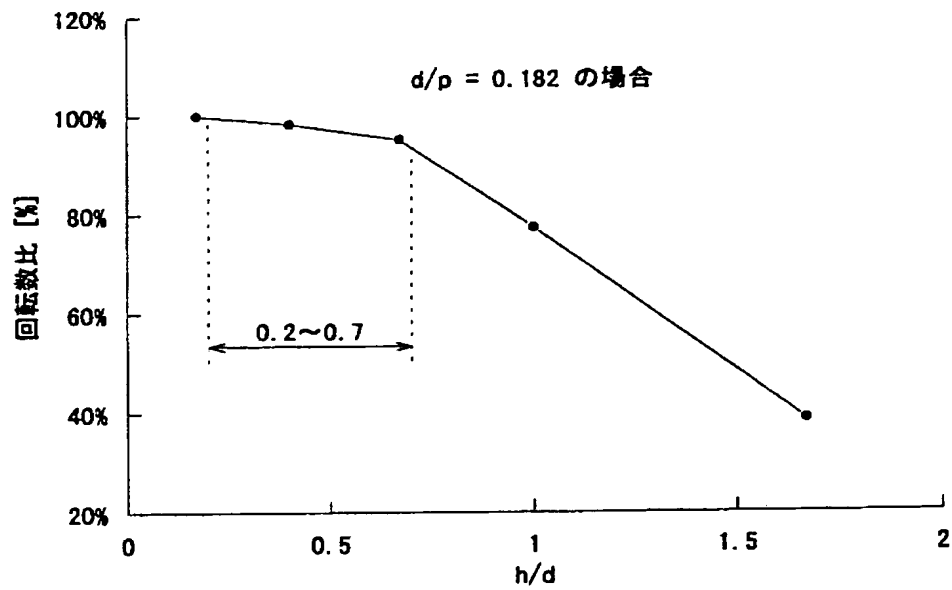
【図 5】



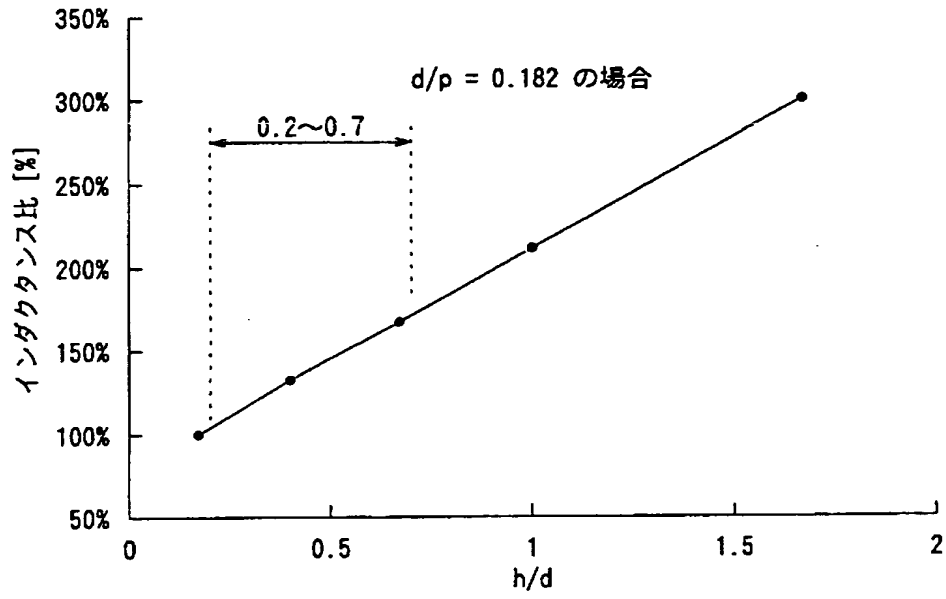
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 この発明は、集中巻き方式におけるインダクタンスの増大を抑え、かつ、高負荷時の特性悪化を防止できる永久磁石同期モータを得る。

【解決手段】 ステータコア 3 は円筒状に形成され、ティース 4 a が周方向に所定ピッチで $3n$ 個（ n ：正の整数）配設され、スロット 5 が内周側に開口するように隣り合う該ティース 4 a 間に形成されている。ステータコイルは、ステータコア 3 に集中巻きに巻装されている。また、ロータ 8 はステータコア 3 の内部に回転自在に配設され、 $2n$ 個の永久磁石 1 0 がシャフトの外周部に周方向に所定ピッチで配設されている。そして、ステータコア 3 は、スロットオープニング（ d ）とステータコア 3 の内周面におけるスロットピッチ（ p ）とが、 $0.1 \leq d/p \leq 0.3$ を満足するように構成されている。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

氏 名 三菱電機株式会社